

液晶表示装置及びその製造方法

BACKGROUND OF THE INVENTION

Field of the Invention

本発明は、携帯用ゲーム機や携帯電話に取り付けられている液晶表示装置、パソコン等のディスプレイや液晶テレビ画面に用いられる液晶表示装置に関するもので、視認性がよく、しかも装置の組み立て作業性がよい液晶表示装置に関するものである。

Description of the Related Art

携帯用ゲーム機や携帯電話に取り付けられている液晶表示装置、パソコン等のディスプレイや液晶テレビ画面に用いられる液晶表示装置は、液晶表示パネルを保護するために、通常、液晶表示パネル表面を透明保護板で覆っている。そして、液晶表示パネルと透明保護板との間には、通常間隙が設けられている。例えば入力ペン等を介した手書き入力の際の筆圧で液晶表示パネルに局所的な圧力がかかって表示品位の低下を防止するために、あるいは、外部からの衝撃等から液晶表示パネルを保護するためである。

しかしながら、かかる間隙は、液晶表示パネルと透明保護板との間に空気層を形成することとなるため、それらの界面における光の反射損が大きくて、表示パネルの視認性を低下させるという問題があった。視認性の低下を防止するために、両者の間の空間に透明体を介在させて、空気層をなくすることが試みられている。

例えば、特開平6-337411号には、液晶表示パネルと透明保護板との間に、光鉛乱防止素材の液体原料を注入、硬化して緩衝層（シリコーンゲル、ポリウレタンエラストマー）を形成し、さらに減圧雰囲気下で液晶表示パネルを重ねあわせて密着させる方法が開示されている。

しかし、液体原料の注入、硬化という作業は、個々の装置について行わなければならないため、生産性がよくない。このため、既に硬化した板状シートを、液晶表示パネルと透明保護板との間に介在させる技術が検討されている。

例えば、特開平6-75210号には、液晶表示パネルと透明保護板との間に、透明な粘着性樹脂（アクリル系ポリマー、オルガノポリシロキサン骨格を基本とするシリコン系粘着性ポリマー）からなる緩衝性を有する接着シートを介在させる方法が提案されている。この場合、接着界面に揮発性の溶剤を介在させて密着処理下に接着処理することにより、空気が巻き込まれないようにしている。

また、特開平9-133912号には、緩衝性で密着性の透明な非ゲル状樹脂（例えば非ゲル状態のアクリル系ポリマー）シートが開示されている。ここでは、液晶表示パネル（又は透明保護板）に、樹脂シートの一面側セパレータを剥がしてロールラミネータ等により密着させた後、他面側のセパレータを剥がして、透明保護板（又は液晶表示パネル）に圧着方式等により密着させる方法を開示している。そして、密着界面に気泡が混入した場合には、オートクレーブや真空脱泡装置などにより脱気処理している。

特開平9-197387号には、可塑剤含有のポリマーからなる弱接着性の透明樹脂シートを介在させることが提案されている。この接着樹脂シートは、膨潤、溶解しない程度に揮発性液体を配備した状態で、表示パネル又は透明保護板に載置し、ロールラミネータ等で密着させた後、揮発性液体を付与し、さらにその上に透明保護板又は表示パネルを重ねあわせて圧着方式等により密着させている。

上記方法は、いずれも粘着性を有するシートを用いたものであり、圧着等により表示パネル上に設置でき、透明保護板とも、その粘着性を利用して密着させることができるので、液体の注入、硬化を用いる方法よりも生産性に優れている。しかしながら、シートと液晶表示パネルまたは透明保護板との界面の間に混入した気泡の脱気のために、界面に揮発性液体を塗布し、その液体の揮発を利用して混入した空気を脱気したり、減圧や真空脱泡装置を利用して、脱気を行うため、やはり生産性の面で面倒である。

一方、特開平9-6256号には、液晶表示パネルと透明保護板との間に、ガラス転移温度-30℃以下のポリマー（例えばアクリル系ポリマー、オルガノポリシロキサン骨格を有するシリコン系粘着性ポリマー）からなる緩衝性を有する透明粘着シートを介在させる方法が提案されている。このような透明粘着シートは、その粘着性ゆえに、軽押圧力にて、液晶表示パネルや透明保護板と密着さ

せることができ、揮発性液体の塗布や真空脱泡装置といった特別の脱気処理を必要としないので、生産の点で優れている。また、特開平9-318932号には、接着剤層と緩衝層を重畳させた積層シートが開示されている。この積層シートは、緩衝材層により筆圧等によるディストーションを防止するとともに、接着剤層により界面に気泡を混入させずに容易に、液晶表示パネルまたは透明保護板に密着させることができ、密着状態の維持、気泡発生防止にも役立っている。

しかしながら、上記既成シートを用いる方法は、いずれも既成シートとして粘着性又は接着性を有するシートを用いているため、既成シートを大量に準備し、液晶表示装置の組立作業を行っている場合、既成シートの粘着面が汚れやすいという問題がある。粘着面が汚れると、密着性が低下するだけでなく、粘着面についた埃等が原因となって、そこから空気が入り込み、結局、その部分で光の反射損が起り、視認性の低下をもたらすことになる。

粘着面に埃等が付着してしまった場合、粘着面等から埃等を除去する手段がないため、その既成シートは廃棄するしかない。一方、生産現場においては、埃等が付着したことには気がつかず、埃等が付着した既成シートを用いて、装置を組み立ててしまう場合も多いため、できた製品の品質にばらつきがあるとか、歩留まりが無いといった問題がある。

SUMMARY OF THE INVENTION

本発明の目的は、簡易な作業で空気層又は空気の混入を排除して、視認性が高く、しかも歩留まりが良い液晶表示装置を提供することにある。

本発明の液晶表示装置は、液晶表示パネル；該液晶表示パネル上に密着して載置された、非粘着性でゴム弾性を有するシリコン系シート；及び該シリコン系シート上に密着積層された透明保護板を備えている。

本発明の製造方法は、液晶表示パネル上に、非粘着性でゴム弾性を有するシリコン系シートを載置する工程；及び該シリコン系シートを載置することにより、液晶表示パネルと該シリコン系シートとの界面に存在する空気を追い出す工程を含む。

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWING

- 図 1 は本発明の液晶表示装置の構成を示す断面図；
図 2 は本発明一実施形態の液晶表示装置の組立を説明するための図；
図 3 は本発明の液晶表示装置の他の実施形態の組立を説明するための図；
図 4 は本発明の液晶表示装置の他の実施形態の組立を説明するための図；
図 5 は液晶表示装置の反射光の測定方法を説明するための図；
図 6 は実施例及び比較例の反射光の測定結果を示すスペクトル；
図 7 はユニット A～E の反射率を示すスペクトル；及び
図 8 はユニット A～E の透過率を示すスペクトルである。

DETAILED DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENTS

本発明の液晶表示装置を、図 1 に基づいて説明する。

本発明の液晶表示装置は、液晶表示パネル 1、該液晶表示パネル 1 上に密着して載置されたシリコン系シート 3、及び該シリコン系シート 3 上に密着積層された透明保護板 2 を備えている。

はじめに、本発明で用いるシリコン系シート 3 について説明する。

本発明で用いるシリコン系シート 3 は、非粘着性でゴム弾性を有することを特徴としている。

ここで、非粘着性とは、粘着性を測定するために一般に用いられる試験であるループタック試験 (JIS-Z0237)、Polyken のプローノタック試験 (JIS-Z0237)、180度剥離試験 (JIS-C2107) で得られる粘着力または接着力はほとんど 0 で、測定不可能のレベルをいい、好ましくは、JIS-Z0237 に準拠したボールタック試験で測定されるボールナンバーが 2 以下である。

非粘着性ゆえに、ゴムシート 3 表面に埃等が付着しにくく、たとえ付着しても、セロファンテープ等の粘着テープを貼り付け、その後剥がすという単純な操作だけで、付着した埃を除去し、再利用できる。これにより歩留まりを上げることができ、一律にこのような操作を行うことにより、作業中の埃付着による製品のばらつきを抑えることができる。

本発明で用いられるシリコーン系シート3は、シロキサン結合を骨格とするオルガノシロキサンで、適宜3次元架橋されたものである。平均単位式 $R_aSiO_{(4-a)/2}$ で示される。式中、Rは、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基等の炭素原子数1~10、好ましくは1~8のアルキル基；ビニル基、アリル基、ブテニル基等の炭素原子数1~10、好ましくは1~8のアルケニル基；フェニル基、トリル基等のアリール基；アルキル基、アルケニル基、アリール基の炭素原子に結合した水素原子の一部又は全部をハロゲン原子に置換したクロロメチル基、クロロプロピル基、3, 3, 3-トリフルオロプロピル基等のハロゲン置換炭化水素基；アルキル基、アルケニル基、アリール基の炭素原子に結合した水素原子の一部又は全部をシアノ基に置換した2-シアノエチル基等のシアノ置換炭化水素基などから選択される置換又は非置換の炭素原子数1~10の炭化水素基である。式中、aは1.95~2.05であることが好ましい。

上記オルガノポリシロキサンを用いて形成されるシリコーン系シートの架橋度は、3官能性シランモノマーの含有量その他、ポリオルガノシロキサンとともに用いられる硬化剤の種類、量により変えることもできる。硬化剤としては、有機過酸化物、金属脂肪酸塩、金属アルコラート、アミン化合物や、オルガノハイドロジエンポリシロキサンと白金系化合物の組み合わせなどを用いることができる。

3官能性シランモノマーの含有量が少なかったり、硬化剤の含有量が少ない等の理由により架橋度が低すぎると、粘着性のシリコーンゲルとなり、所望の非粘着性を達成できなくなる。つまり、埃等が表面に付着すると、実質的に除去することが不可能となり、透明性が低下する。一方、架橋度が高くなりすぎると、実質的にゴム弾性を有しないシリコーン樹脂板のようになる。実質的にゴム弾性を有しないシートを、押圧により液晶表示パネル1及び透明保護板2と密着させることは困難である。また、外部からの衝撃を吸収する緩衝層として作用しないため、指のタッチやタッチペンの筆圧あるいは外部からの衝撃から液晶表示パネル1を保護することができなくなる。一方、架橋度を同程度として、充填剤の種類、シリコーンオイル等の可塑剤量を変えることにより硬度、粘着性を変えることができる。また、シート表面だけに新たに硬化剤を添加することにより架橋度を上げて、非粘着性を達成することができる。要するに、本発明で用いられるシリコ

ン系シートについては、非粘着性で所望のゴム弾性を有するものであればよく、シリコーンゲルの架橋度を高めて所望のゴム弾性を付与するとともに、非粘着性としてシート状に成型したもの；シリコーンゴムの可塑剤量を適宜コントロールして所望の緩衝性を付与したシート；シート状のシリコーンゲルの表面に硬化剤を塗布又はスプレーして、ゲルよりも架橋度の高い非粘着性層でゲルシート表面を被覆したものなどを用いることができる。

本発明で用いられるシリコーン系シートが所望の非粘着性及びゴム弾性を有するためには、スプリング硬度計を用いて測定されるJIS-A硬度が2以上が好ましく、より好ましくは11以上であり、上限は、70以下が好ましく、より好ましくは50以下とすることが好ましい。硬度2未満のシリコーン系シートでは粘着性があり、またシートに成型しても軟らかすぎて取り扱いが不便である。一方、硬度70超では硬くなりすぎて、組み立て作業の際に適宜折り曲げたりしにくい反面、変形からの戻りが悪くて作業性が良くないばかりか、取り扱い時に傷がつきやすく、一旦ついた傷跡が残りやすいため歩留まりが悪くなりやすい。

また、本発明で用いられるシリコーン系シートが組み立て作業において取り扱いやすく、隙間なく液晶表示パネル及び透明保護シートに密着することができるためには、ヤング率が $1 \times 10^6 \text{ dyn/cm}^2$ 以上であることが好ましく、より好ましくは $5 \times 10^6 \text{ dyn/cm}^2$ 以上、上限は $8 \times 10^7 \text{ dyn/cm}^2$ 以下であることが好ましく、より好ましくは $6 \times 10^7 \text{ dyn/cm}^2$ 以下である。また、室温下、長さ100mm、幅5mm、厚み2mmのシート片の長手方向両端を150%伸長させて5分間放置した後、引張り力を取り除いたときの長さ変化率(残留伸び歪み率)が約0%であることが好ましい。ヤング率が $1 \times 10^6 \text{ dyn/cm}^2$ 未満では伸び歪みがあるため、変形時の戻りが遅く、組み立て作業性の低下の原因となる。一方、ヤング率が $8 \times 10^7 \text{ dyn/cm}^2$ 超では、折り曲げ等の作業が困難な反面、変形に対する戻りが遅いため、やはり組み立て作業性低下の原因となる。

本発明で用いられるシリコーン系シートの表面は、接着剤や粘着剤等を用いることなく、液晶表示パネル及び透明保護板と密着する必要がある。このため、シートの表面粗さ、すなわちJIS-B0601に規定されているパラメータRa

（算術平均粗さ）を $12.5\mu\text{m}$ 以下でなければならず、好ましくは $5\mu\text{m}$ 以下である。シリコン系シートがJIS-A硬度が10以下程度の軟らかいシートの場合には、表面粗さ $12.5\mu\text{m}$ 程度までであれば、押圧により混入した空気を押出すことが可能であるが、JIS-A硬度10以上のシリコン系シートの場合には、十分な密着性を確保するためには表面粗さ $5\mu\text{m}$ 以下とすることが好ましい。一方、 $12.5\mu\text{m}$ 超、例えばシート表面にツールマークが残っているような状態では、液晶表示パネル又は透明保護板との界面に空気が混入しやすく、また軟らかいシートであっても、押圧等により混入した空気を追い出すことが困難で、密着性に劣る。

従って、本発明のシリコン系シートは、内表面を、平面研削、正面フライス研削、精密やすり仕上げ、バフ仕上げ、ラップ仕上げ、電解研磨等により、JISで規定する仕上げ記号「▽▽▽」、好ましくは「▽▽▽▽」で仕上げた金型を用いてシート状に成型してもよいし、あるいは表面粗さ（Ra）が $12.5\mu\text{m}$ 以下、好ましくは $5\mu\text{m}$ 以下とした平滑な樹脂フィルムを基材として、この基材フィルム上にシート材料となるシリコン組成物を流延又はコーティングし、加熱炉で加熱硬化させた後、基材フィルムを剥がしてシリコン系シートを得ても良い。

以上のような特性を有するシリコン系シートは、その優れた密着性ゆえに、液晶表示パネル1表面にシリコン系シート3を置くだけで、その界面に巻き込まれていた空気、気泡が自然と追い出されてゆくことができる。また、載置した際に界面に巻き込まれた空気があっても、端部を剥がして再度載置しなおしたり、手で押さえるだけで、混入した気泡を外部へ抜くことができる。さらにシートをセットする作業のやり直しの際に埃等が表面に付着しても、粘着テープ等を用いて埃等を除去して清浄面に戻せばよいので、不良の発生を低減することができる。この点、粘着性を有するシートでは、一旦汚れや埃が付着すると、その汚れや埃は粘着剤と化学的親和性で付着することになるため、再度清浄面に戻すことが困難である。また、粘着シートの端部を剥がした場合には、すでに液晶表示パネルまたは透明保護板の表面に粘着剤が付着した状態となっているので、載置のやり直しは、さらなる不良の原因となる。

本発明で用いられるシリコーン系シート3の形状は、特に限定せず、その製品の液晶表示パネル1の表面をカバーするという目的から、液晶表示パネル1の形状に応じた形状が選択される。さらに、サイズは液晶表示パネル1を覆うサイズであり、厚みは、液晶表示パネル1と透明保護板2との間隙と等しい厚みである。シート3の厚みを、液晶表示パネル1と透明保護板2との間隙と等しくすることによって、ゴム弾性と相俟って、気泡等が混入しないように、液晶表示パネル1又は透明保護板2と密着させることができ、一旦密着すると、界面に空気等が混入することを防止できる。

本発明で用いられる液晶表示パネル1及び透明保護板2としては、液晶表示装置の分野で従来より用いられている液晶表示パネル、透明保護板を用いることができる。

透明保護板としては、アクリル板やポリカーボネート板等の透明性の高い樹脂板の他、タッチパネルやタブレット板のように2枚の透明樹脂板の間に透明電極を保持したタッチセンサ付き透明保護板も用いることもできる。

また、透明保護板のシリコーン系シートと接触しない側の面に反射防止層を積層することが好ましい。反射防止層としては、例えばフッ化マグネシウムを真空蒸着してなる透明膜で可視光線を1/4波長に制御したものや、酸化チタン層と酸化ケイ素層を交互に積層したような高屈折率物質層と低屈折率層の積層体や、シリコーン樹脂やフッ素樹脂のような低屈折率物質をコーティングしたものなどが挙げられる。このような反射防止層は、透明保護シートの一面に直接蒸着又はコーティング等することにより形成してもよいし、反射防止層が形成された透明フィルムを透明保護板に貼付することによって設けてもよい。

本発明の液晶表示装置の製造方法は、液晶表示パネル上に、非粘着性でゴム弾性を有するシリコーン系シートを載置する工程；及び該シリコーン系シートを載置することにより、液晶表示パネルと該シリコーン系シートとの界面に存在する空気を追い出す工程を含む。シリコーン系シート表面に埃等が付着している場合は、さらに、前記シリコーン系シート表面上の異物を粘着性物質を用いて除去する工程を含むことが好ましい。

本発明の液晶表示装置は、具体的には、以下のようにして組み立てられる。

例えば、図2に示すように、機器本体5の液晶表示パネル1が組み込まれた部分に、シリコン系シート3を載置する。シリコン系シート3の特性により、シリコン系シート3は液晶表示パネル1に密着するとともに、両界面に介在していた気泡が自然と脱泡される。載置した際に、手で押圧することによって、シリコン系シート3の弾性と相俟って脱泡は促進される。気泡が混入しているときには、シリコン系シート3の端部を取り上げて再び液晶表示パネル1の上に載置し直すことによって、脱泡することが可能である。

次に、シリコン系シート3上に、透明保護板2'を載置する。透明保護板2'は、液晶表示パネル1とほぼ同じサイズの透明シート部分2'aと周囲の接着部2'bとからなる。透明シート部分2'aがシリコン系シート3と重なるように載置するとともに、機器本体5の液晶表示パネル部分の周囲に設けられた接着部4と透明保護板2'の接着部2'bとが重なるように載置する。ここで、接着剤は、機器本体5の接着部4と透明保護板2'の接着部2'bとのいずれに塗布されていてもよい。

透明保護板2'は、シリコン系シート3の特性に基づいて密着し、両界面に巻き込まれていた空気、気泡は、手で押すだけで、端部から抜けていく。

図2に示す態様では、透明保護板2'の固定は接着剤を利用したが、図3に示すように、機器本体6として、液晶表示パネル1の保持部9aが凹設されている第1筐体6aと、保持部9bよりも凹部が一回り大きくなって支持部10を形成している第2筐体6bとの組合わせを使用し、透明保護板2の端部を支持部10で支持することにより、取り付けられてもよい。この場合、支持部10の端面がシリコン系シート3の端面と面一になるように設けておくことにより、シリコン系シート3と透明保護板2との密着性ゆえに、透明保護板2は、固定されることができる。但し、支持部10の透明保護板2が載置される部分に、粘着剤や粘着シートによる貼着を排除するものではない。

以上のような組み立て作業において、シリコン系シート表面に埃等が付着していた場合、液晶表示パネル上に載置する前；液晶表示パネル上に載置した後、透明保護板を載置する前に、粘着性物質を用いてシリコン系シート表面から埃等を除去してもよい。粘着性物質としては、粘着テープ、粘着ローラなどを用い

ることができる。

また、予めシリコン系シートを透明保護板の一面に一体的に成型しておき、これを液晶表示パネル上に載置するようにしてもよい。具体的には、透明保護板上にシート用シリコン組成物を流延又はコーティングした後、加熱硬化させて透明保護板とシリコン系シートとを一体的に結合させたもの（透明保護板－シート一体化物）を作製し、シートと液晶表示パネルが密着するように、液晶表示パネル上に載置するようにしてもよい。この場合、脱泡作業は液晶表示パネルと透明保護板－シート一体化物との間だけの作業で済む。

また、図4に示すように、機器本体7として、液晶表示パネル1の保持部9aが凹設された第1筐体7aと、シリコン系シート3の保持部9bが凹設されるとともに、保持部9bの上部周縁に鍔11が周設されている第2筐体7bとの組み合わせを使用し、透明保護板2を鍔11により保持部9b内に固定するようにしてもよい。この場合も、透明保護板2とシリコン系シート3の接触界面が、シリコン系シート3の特性により密着できるので、鍔11で透明保護板2の端部を固定することにより、透明保護板2全体を固定することが可能となる。但し、鍔11のシリコン系シート3との接触面に粘着剤または粘着シートを設けて、シリコン系シート3と貼着することを排除するものではない。

以上述べたように、本発明の液晶表示装置は、非粘着性でゴム弾性を有するシリコン系シートを使用し、液晶表示パネル及び透明保護板に対して物理的親和性により密着させているので、組立に際しては、粘着剤や接着剤を用いる必要がない。また、液晶表示パネルまたは透明保護板との間に混入する空気を、減圧や揮発性液体の使用によらなくても、手で押圧するだけで脱泡することができる。しかもシリコン系シートのJIS-A硬度を2以上、残留伸び歪み率をほぼ0%とすることにより、組み立て作業時におけるシートの変形、傷つきが起りにくく、不良品の発生を防止できる。さらに、非粘着性のシリコン系シートは、作業現場での埃等の付着が少なく、たとえ付着しても粘着テープ等により簡単に清浄面に戻すことができるので、不良品発生率を極めて低くすることができ、歩留まりがよい。

またさらに、反射防止層を積層した透明保護板を用いることにより、従来最も

視認性が優れているとされている3層の反射防止層を組み合わせた場合よりも高度な視認性を達成することができる。

EXAMPLES

〔粘着性と透過率との関係〕

シリコンコンパウンドとして信越化学工業株式会社のKE1935又は東レ・ダウコーニング・シリコン株式会社製のCY52-276、SE1821、SH780Uを使用し、硬化剤（メチルヒドロジェンシリコンオイル）又は可塑剤（ジメチルシリコンオイル）の添加量を変えることにより、表1に示すような種々の硬度を有するシート（厚み2mm）No. 1～11を作成した。

作成したシリコン系シートについて、下記方法に従って、粘度、硬度、ヤング率、残留伸び歪み率を測定し、異物除去試験を行った。測定結果を表1に示す。

（1）硬度

シートNo. 1～3については、軟らかすぎてスプリング硬度計で測定できなかったため、JIS K2220の稠度試験法に基づき、試験機1/4コーン針、荷重1.34g+8.03gを用いて針の針入度（mm）を測定した。針入度が大きい程、軟らかいことを示す。

シートNo. 4～11については、JISのスプリング試験機A型を用いてJIS-A硬度（度）を測定した。

（2）粘着性

① JIS-Z237の「傾斜式ボールタック」に準拠して、測定した。すなわち、30度の傾斜板に、試験片を貼り付け、この試験片表面にボールを転がした。測定部内で停止するようなボールのうち、最大のボールナンバーを見出す。ボールナンバーが大きいほど、粘着性を有している。

②ループタック試験

JIS-Z237のループタック試験に準拠して、株式会社東洋精機製作所のストログラフを用いて測定した。すなわち、厚み2mm、長さ約280mmの試験片を用いて粘着面が外側となるループを作り、このループを試験機に吊り下げ、試験片の粘着面を試験板に25mm×50mmの面積に接触させた後、直ちに毎

分 300 ± 30 mmの速さで試験片を試験板から引き剥がすのに要する力を測定する。

尚、シリコン系シートNo. 1については、単独で持ち運びできるようなシートを作製することが困難であったため、ニチアス株式会社製の四フッ化エチレン樹脂テープ（ナフロンテープTOMBO9001）上にシリコン組成物を塗工し、これを用いて、引き剥がし試験を行った。一方、No. 4～11については、実質的に測定値が得られず、測定不能であった。

（3）ヤング率（dyn/cm²）

引張ったときの伸びと引張り力との関係を測定して求めた。但し、シートNo. 1については、押したときの押圧力と収縮量の関係を測定して求めた。

（4）残留伸び歪み率（%）

シリコン系シートNo. 1～11と同じ組成を有する長さ×幅×厚みが100 mm×5 mm×2 mmの短冊状試験片を作製し、その中央部分に20 mmの間隔をあけた標線を引いた。次に、試験片の両端を治具でつまみ、標線間が30 mmになるまで引き伸ばした（150%伸長）。かかる状態で、室温で5分間放置し、その後、両端を開放し、5分間放置した。標線間の距離がのびた割合（長さ変化率）を下記式に基づいて求め、これを残留伸び歪み率として求めた。

$$\text{伸び歪み率（\%）} = (\text{試験後の試験片長さ} - 20 \text{ mm}) / 20 \text{ mm} \times 100$$

尚、測定にあたっては、シートNo. 1～3については、それ自身が有する粘着性のために基台にひっついて戻りが抑制されることを防止するために、伸長後、0.01 mmのビニールシート上に放置し、ビニールシートと一緒に収縮できるようにした。

（5）異物除去試験

シリコン系シートNo. 1～11の初期透過率を測定した。次いで、各シート表面に、松村産業株式会社製の局方タルクPP0.1 gを、篩を用いて、表面全体に均等に打粉し、付着しなかったタルクを表面に触れずに軽く払い落とした後、透過率（打粉後）を測定した。

次に、ニチバン株式会社製のセロファンテープ（商品名：セロテープ）の粘着面をシートの打粉面に貼り付け、剥がすことにより表面の粉を取り除いた。テー

プに粉が付着しなくなるまでテープの貼付・剥離作業を繰り返した。粉除去後、透過率を測定した。尚、光線透過率の測定は、日本分光株式会社製のMODEL U-550のUV/VIS SPECTROPHOTOMETER（紫外光・可視光分光光度計）を用いて行った。

以上の測定結果（透過率）を表1に示す。

尚、表1中、シリコーン組成物に添加される硬化剤の量は、CY52-276に対する硬化剤の質量%を示している。

表1

No	シリコン組成物	硬さ	ボール No	透過率(%)			ループテック試験 (N/10mm)	伸び歪み率 (%)	ヤング率 (dyn/cm ²)
				打粉前	打粉後	除去後			
1	CY52-276	針入度80	15	92.82	49.47	73.47	6.60	60	2×10 ⁵
2	CY52-276+硬化剤 0.1	針入度30	10	94.18	55.72	74.35	3.61	30	5×10 ⁵
3	CY52-276+硬化剤 0.2	針入度10	5	93.22	53.41	76.28	1.47	0	8×10 ⁵
		JISA 0							
4	CY52-276+硬化剤 0.5	JISA 2	2	94.14	59.23	94.54	測定不能	0	4×10 ⁶
5	CY52-276+硬化剤 0.7	JISA 5	1	94.49	54.85	94.54	測定不能	0	5×10 ⁶
6	CY52-276+硬化剤 0.8	JISA 10	1	94.23	58.25	94.33	測定不能	0	6×10 ⁶
7	CY52-276+硬化剤 1.0	JISA 16	1	94.12	56.32	94.30	測定不能	0	7×10 ⁶
8	SE1821	JISA 20	1	94.11	55.15	94.60	測定不能	0	8×10 ⁶
9	KE1935+可塑剤	JISA 30	1	94.54	54.36	94.68	測定不能	0	1×10 ⁷
10	KE1935	JISA 50	1	94.12	55.62	94.31	測定不能	0	5×10 ⁷
11	SH780U	JISA 80	1	91.55	58.33	91.68	測定不能	20	9×10 ⁷

表1からわかるように、シートNo. 1～3は、粘着性のシートであるため、打粉した後、粉を完全に除去して消浄面に戻すことが難しく透過率を回復させることができなかった。一方、JIS-A硬度2以上であれば、ボールタック試験で示されるボールナンバーが2以下であり、打粉した後、粉を完全に除去して消浄面に戻すことができ、透過率も打粉前と同等以上にまで回復することができた。

また、No. 1、2は伸び歪み率が大きいため、組み立て作業における取り扱いが不便であり、一旦伸びてしまうと、不良品となってしまい、再利用できない。No. 11は硬質であるにもかかわらず、一旦伸びると元に戻ることができないばかりか、爪等で傷がつくと、その傷跡が残り、傷跡部分で空気が混入し、密着性が低下した。

〔表面粗さと密着性の関係〕

JIS規格比較表表面粗さ標準片の正面フライス削り、平面研削、形削を準備し、この上で、シリコンコンパウンド（信越化学工業株式会社のKE1300T）及び可塑剤（シリコンオイル）の配合比率を変えた組成物を流延し、硬化させた。

硬化により得られたシリコン系シートを比較表表面粗さ標準片から剥がし、各シートの標準片の表面粗さが反映された面を有するシリコン系シートを得た。各シリコン系シートのJIS-A硬度を測定した。

上記で製造した、表面粗さが異なる各シリコン系シートを、標準片の表面粗さが反映された方の表面をガラス板と接触するようにシートをガラス板上に載せ、ガラス板とシリコン系シートとの間に空気が混入したかを、目視で確認した。空気の混入が認められなかった場合を「○」、ガラス板との間に空気が混入していることが認められた場合を「×」とする。結果を、表2に示す。

表 2

加工方法	正面フライス					平面研削					形削				
	▽▽▽		▽▽		▽	▽▽▽▽		▽▽▽		▽▽	▽▽▽		▽▽	▽	
仕上げ記号	1.6	3.2	6.3	12.5	25	50	0.3	1.6	3.2	6.3	12.5	25	12.5	25	50
表面 Ra(μm)	○	○	○	○	×	×	○	○	○	○	○	×	×	×	×
硬度 5	○	○	○	○	×	×	○	○	○	×	○	×	×	×	×
硬度 20	○	○	○	×	×	×	○	○	○	×	×	×	×	×	×
硬度 40	○	○	○	×	×	×	○	○	○	×	×	×	×	×	×

表2からわかるように、同じ表面粗さであっても、表面の加工方法により空気の混入の有無が異なる場合がある。しかしながら、 $5\mu\text{m}$ 以下の場合には、硬度に関わらず、空気の混入がなく、ガラス板に密着できる。一方、表面粗さが $12.5\mu\text{m}$ 超では、シート硬度に関係なく、空気の混入があり、密着させることができない。

JIS-A硬度が5程度の軟らかいシートの場合には、表面粗さが $5\sim 12.5\mu\text{m}$ の範囲内であれば、空気の混入は認められず、ガラス板に密着することができた。

〔シリコン系シートの介在〕

反射型TFTカラー液晶表示パネルが取り付けられた携帯用ゲーム機に、東レ・ダウコーニング・シリコン株式会社のCY52-205を硬化させて作製した厚み 3mm のシリコン系シート（JIS-A硬度40）、透明保護板としてポリカーボネート板を用いて、図2に示す態様で組み立てた（実施例）。分光反射輝度計（PHOTO RESEARCH社のFR 704）から 300mm 離れた地点に、組み立てた透明表示装置を、図5に示すように 45° 傾けた角度で固定し、液晶表示パネルの黒色表示部分の透明保護板に反射して映っている蛍光灯部分と、液晶表示パネルの黒色表示部分の2箇所について、表面反射率を測定した。また、反射した光の発光強度を測定した。

一方、比較のために、シリコンシートを介在させずに組み立てたゲーム機、すなわち液晶表示パネルと透明保護板との間に空気層 3mm が介在したゲーム機（比較例）について、同様にして表面反射率及び反射光の発光強度を測定した。

結果を図6に示す。図6（a）は、反射光の各波長の発光強度を示しており、図6（b）は、反射光の各波長の反射率を示している。

図6からわかるように、実施例では、反射率、反射光強度が比較例よりも低く、空気層介在による視認性の低下がないことがわかる。

〔反射防止層の効果〕

ポリカーボネート製の透明保護板（厚み 1.0mm ）の一面又は両面に反射防止層フィルム（旭硝子株式会社製のアークトップ）を貼付したもの、JIS-A硬度40で厚み 3mm のシリコン系シート、反射防止層フィルムが貼付されて

いないポリカーボネート製の透明保護板（厚み1.0mm）を表3に示すように組み合わせて、ガラス板にセットした。空気層は3.0mmとした。

各ユニットについて、透過率及び反射率を日本分光株式会社製の紫外光・可視光分光光度計MODEL U-550を用いて測定した。測定結果を表3及び図7及び図8に示す。表3中、「樹脂層」とあるのは透明保護板のことであり、「透明シート」とあるのはシリコン系シートのことをいい、「AR層」とは反射防止フィルムのことを示している。

表 3

工 号	構 成	透過率 (%)	反射率 (%)
A	樹脂板 - 空気層 - ガラス板	82.97	14.31
B	AR 層 - 樹脂板 - 空気層 - ガラス板	85.76	11.17
C	樹脂板 - 透明シート - ガラス板	86.51	7.64
D	AR 層 - 樹脂板 - 空気層 - 透明シート - ガラス板	95.75	4.01
E	AR 層 - 樹脂板 - AR 層 - 空気層 - AR 層 - ガラス板	92.12	4.33

ユニットBは反射防止層を1層設けた場合であり、シリコーン系シートを介在させて空気層を無くしたユニットCよりも透過率、反射率が劣っていた。

しかしながら、ユニットEは反射防止フィルムを3層形成した場合であり、ユニットCよりも透過率、反射率を高くすることができる。

ユニットDは、ガラス板と透明保護板の間の空気層を無くしてシリコーン系シートを介在させ、透明保護板の空気界面側に反射防止フィルムを貼付した場合である。この場合、反射防止フィルムを3層形成したユニットEよりも、透過率が高く、反射率が低く、最も優れた視認性を示すことがわかる。

This application is based on Japanese Application Serial No. 2000-389444 filed in Japanese Patent Office on December 21, 2000, the contents of which are hereby incorporated by reference.

While only certain preferred embodiments of the present invention have been described in detail, as will be apparent for those skilled in the art, certain changes and modifications may be made in embodiments without departing from the spirit and scope of the present invention as defined by the following claims.